Načini i sredstva za zaštitu od požara - otkrivanje i gašenje

Stanić, Luka

Undergraduate thesis / Završni rad

2018

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Split, Faculty of Maritime Studies / Sveučilište u Splitu, Pomorski fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:164:986235

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-03-29**

Repository / Repozitorij:

Repository - Faculty of Maritime Studies - Split - Repository - Faculty of Maritime Studies Split for permanent storage and preservation of digital resources of the institution

zir.nsk.hr

UNIVERSITY OF SPLIT

dabar
DIGITALNI AKADEMSKI ARHIVI I REPOZITORIJI

SVEUČILIŠTE U SPLITU

POMORSKI FAKULTET

Luka Stanić

NAČINI I SREDSTVA ZA ZAŠTITU OD POŽARA - OTKRIVANJE I GAŠENJE

ZAVRŠNI RAD

SPLIT, 2017.

SVEUČILIŠTE U SPLITU

POMORSKI FAKULTET

Studij: POMORSKA NAUTIKA

NAČINI I SREDSTVA ZA ZAŠTITU OD POŽARA - OTKRIVANJE I GAŠENJE

ZAVRŠNI RAD

Mentor:

Prof.dr.sc. Zlatimir Bićanić

Student:

Luka Stanić

MB (0171268003)

SPLIT, 2017.

SADRŽAJ

SAŽETAK 1
ABSTRACT 1
1. UVOD 2
2. PROTUPOŽARNA ZAŠTITA NA BRODOVIMA 4
2.1. GORENJE 4
2.1.1. Zapaljive tvari u različitim agregatnim stanjima 4
2.1.3. Izvori topline 6
2.1.4. Temeljna načela u gašenju i razdioba požara 7
2.2. SREDSTVA ZA OTKRIVANJE POŽARA 8
2.2.1. Javljači požara i plamena 8
2.2.2. Javljači plamena 9
2.2.3. Vatrodojava 10
2.4. PROTUPOŽARNA ZAŠTITA BRODA 14
2.4.1. Prijenosni PP uređaji (ekstinteri) 15
2.4.2. Palubni PP sustav 17
2.4.3. Ugrađeni PP sustavi 18
2.5. GAŠENJE POŽARA NA BRODU 22
2.5.1. Gašenje u nastambama 23
2.5.2. Gašenje požara u teretnim prostorima i na palubi 24
2.5.3. Gašenje u brodskoj strojarnici 25
2.5.4. Opasnosti od trovanja i gušenja 25
2.5.5. Održavanje, pregledi i uvježbavanja 26
2.6. PP ZAŠTITA NA RAZLIČITIM VRSTAMA BRODOVA 27
2.6.1. PP zaštita na LNG brodovima 27
2.6.2. PP zaštita na brodovima za kružna putovanja 32
2.6.3. PP zaštita na tankerima 33
3. PRAVILA ZA STATUTARNU CERTIFIKACIJU POMORSKIH BRODOVA, PROTUPOŽARNA ZAŠTITA 34
3.1. OPĆI ZAHTJEVI 34
3.2. OPSEG NADZORA I TEHNIČKA DOKUMENTACIJA 34
3.2.1. Nacrti protupožarne zaštite i upute za protupožarnu sigurnost 35
3.2.2. Razdioba materijala prema gorivosti, zapaljivosti i širenju plamena 36

3.3. KONTRUKCIJSKA CJELOVITOST I OGRANIČENJE ŠIRENJA POŽARA .37
3.3.1. Opći zahtjevi.....37
ZAKLJUČAK 40
LITERATURA 41
POPIS SLIKA..... 42

SAŽETAK

Tema ovog završnog rada je *Načini i sredstva za zaštitu od požara – otkrivanje i gašenje*. Pokušat će se približiti načine i sredstva za zaštitu od požara. Krenut će se od samih osnova; protupožarne zaštite na brodovima, pa sve do pravila za statutarnu certifikaciju pomorskih brodova. Uz pomoć teksta i slika nastojat će se približiti načine i sredstva za zaštitu od požara.

Ključne riječi: *sigurnost, preživljavanje, otkrivanje požara, gašenje požara, protupožarna zaštita broda.*

ABSTRACT

The topic of this final work is about *Methods and resources of fire protection – detecting and fire extinguishing*. It will try to get closer to the methods and resources of fire protection. It will start from the basics; fire protection on the boat and statutory certification of maritime boats. It will explain you this topic also with many text and pictures.

Keywords: *safeness, surviving, fire detecting, fire extinguishing, fire protectio on the boat.*

1. UVOD

Neposredan povod prvom organiziranom rješavanju problema sigurnosti ljudi na moru bilo je potonuće broda *Titanic* u travnju 1912. kada je na putovanju iz Europe za Ameriku udario u ledenjak. Život je izgubilo 1.489 putnika i članova posade. Ostali koji bili su u plovilima za preživljavanje preživjeli su. Zbog toga je britanska vlada 1913. sazvala prvu Međunarodnu konvenciju i konferenciju o pitanjima sigurnosti ljudskih života na moru na kojoj se 20.01.1914. usvojilo konvenciju, poznatu pod skraćenim nazivom S O L A S. Stalni razvoj tehnologije uvjetovao je stalne dopune konvencije. Rezultat višegodišnjih napora na međunarodnom planu bio je poboljšanje sigurnosti u cjelokupnom procesu iskorištavanja brodovlja, zaštiti okoliša od onečišćenja tj. osiguranju temeljnih uvjeta za brodske operacije.

Temeljne odredbe sigurnosti plovidbe, te zaštita ljudskih života i okoliša obuhvaćene su međunarodnim konvencijama:

- SOLAS[1] – International Convention for the Safety of Life at sea,
- STCW[2] – International Convention on Standard of Training, Certification and Watchkeeping for Seafarers,
- SAR[3] – Search and Rescue Convention,
- ISM – International Safety Menagement, te
- MARPOL Convention – Marine Polution.

Osim konvencija postoje i nacionalni propisi kojima se regulira i sigurnost plovidbe i u Republici Hrvatskoj. To su :

- pomorski zakonik,
- pravilnik o redu u lukama,
- pravilnik o najmanjem broju članova posade
- pravilnik o obavljanju poslova i držanju straže

[1] Međunarodna konvencija o zaštiti ljudskih života na moru
[2] Međunarodna konvencija o standardima za izobrazbu, izdavanje svjedodžbi i držanja straže pomoraca
[3] Međunarodna konvencija o traganju i spašavanju

- pravilnik o zvanjima, te
- zakon o lučkim kapetanijama.

Za primjenu ovih propisa i pravila odgovorni su svi članovi posade od zapovjednika broda do najnižeg člana posade po zvanju svaki prema svom znanju i zaduženju. Zbog toga pristup problemima koji se tiču sigurnosti plovidbe mora biti ozbiljan, temeljit i kontinuiran. Nadalje dužnost svakog člana posade je da odmah obavijesti rukovoditelja svoje službe ili zapovjednika broda o svom zapažanju ili događaju koji ugrožava sigurnost broda i ljudi na njemu.

2. PROTUPOŽARNA ZAŠTITA NA BRODOVIMA

2.1. GORENJE

Gorenje je kemijski proces u kojemu se spaja goriva tvar i kisik (tvar koja podržava gornje). Pri tome se oslobađa toplina i svjetlost (plamen). Požar je nekontrolirani proces gorenja. Uvjeti za odvijanje gorenja su goriva tvar, kisik/tvar koja podržava gorenje i dostatna toplina – plamište.



Slika 1. Uvjeti za odvijanje gorenja [1]

2.1.1. Zapaljive tvari u različitim agregatnim stanjima

a.) Zapaljive krutine. Krute gorive tvari obično se razvrstava na nezapaljive, teško zapaljive i lakozapaljive. Osim što se ne spajaju s kisikom, nezapaljive tvari se pri normalnom tlaku neće zapaliti ni u uvjetima visokih temperatura. Teško zapaljive tvari se pod utjecajem plamena zapale i gore, ali samo u vrijeme izloženosti plamenu. Udaljavanjem plamena – gorenje prestaje.

Pri gorenju se odvijaju procesi izgaranja. Većina krutih tvari tijekom nekontroliranog izgaranja prolazi nekoliko stadija: paljenje, gorenje, zaštitna karbonizacija i dogorijevanje.

b.) Zapaljive tekućine. Gorenje tekućina jednostavnije je glede gorenja krutina, jer ne izgaraju izravno, već kao plinovi i pare(mijenjaju agregatno stanje). Za gorenje tekućine potrebita je dostatno visoka temperatura, kako bi se iznad površine stvorila dostatna koncentracija plinova i para. Ako je ta koncentracija nedostatna, do gorenja neće doći ,čak ni ako ima dostatno topline za zapaljenje, iz vanjskog izvora.

Sam proces se odvija na način: s površine se neprekidno odvaja stanovita količina molekula iz tekućine i stvara oblik pare. Kad koncentracija sastava prijeđe kritičnu točku i kad je temperatura iz vanjskog izvora dostatno visoka nastupa zapaljenje. Nastupa gorenje plinova i para. Gorenje prestaje nakon smanjenja koncentracije plinova i para u oblaku, odnosno kad više nema dostatnog dotoka tvari koja podržava gorenje.

U pomorstvu se zapaljivim tekućinama drže sve one kojima je plamište niže od 61°C. Razvrstavaju se na:

- visokozapaljive tekućine (plamište < -18°C),
- srednjezapaljive tekućine (plamište od -18 do +23°C) i
- teškozapaljive tekućine (plamište od 23 do 61°C).

c.) Zapaljivi plinovi i pare. Izgaranje plinova i para moguće je samo ako postoji razmjerno homogena smjesa zapaljivih plinova i param te kisika iz zraka. Izgaranje redovito započinje rasprskanjem. Eksplozija je kemijska promjena pri kojoj se velika količina gorive tvari trenutačno spaja s kisikom. Na taj se način trenutačno oslobađa velika količina topline. Da nastupi eksplozija, prostorni omjer zapaljivih plinova, para i kisika mora biti unutar određenih granica. Donja granica eksplozivnosti je najmanji količinski udio plinova i para, pri kojemu je eksplozija moguća. Gornja granica podrazumijeva najveći prostorni udjel.

2.1.2. Kisik

Pri normalnom tlaku i temperaturi - plin bez boje,okusa i mirisa. O_2 lako stupa u kemijske reakcije s drugim kemijskim elementima. U atmosferi ga ima 21%.

Pri višim temperaturama olakšava spajanje kisika s gorivom tvari. Ako u određenom prostoru ima dosta kisika, sve će se molekule gorive tvari spojiti s O_2, pa nastupa potpuno izgaranje. U prostorima s manjom količinom kisika, proces traje dok ga ima, pa se prekida – nepotpuno izgaranje. Pri čemu najčešće nastaje otrovni i zapaljivi plin – ugljični monoksid, a u povoljnim uvjetima čisti ugljik.

2.1.3. Izvori topline

Uzročnicima požara drže se sva tvari/tijela koja zbog svoje povišene površinske temperature mogu izazvati nekontrolirano gorenje predmeta u neposrednoj blizini/okolici. Glede nastanka topline koja izaziva zapaljenje, toplinski izvori mogu biti električni, mehanički, nuklearni i kemijski. Osim toplinski izvora, važan uzročnik požara je i izravni prijenos topline s toplijeg na manje toplo tijelo.

Požari koje, kao toplinski izvor izaziva električna struja, nastaju povišenjem temperature elektrovodiča i iskrenjem.

Mehanički izvori predstavljaju toplinu koja se oslobađa zbog trenja dviju krutih tvari.

Termonuklearne reakcije rijetko izazivaju požare u okolišu. Češće unutar samih nuklearnih postrojenja.

U kemijske izvore se ubrajaju brojni egzotermni procesi između dviju/više tvari, odnosno procesi u kojima oslobađa se toplinska energija.

Toplina se prenosi provođenjem (kondukcija), strujanje (konvekcijom) i zračenjem(radijacijom).

Provođenjem se toplina poglavito prenosi krutim tijelima. To je prijenos topline s molekule na molekulu, Glede drugih, ovo je spor proces u kojemu se prenesu male količine topline. Količina topline koja prenosi ovisi o građi tvari, veličini presjeka kroz koji se toplina prenosi i razlici temperatura dvaju fizički susjednih tijela.

Strujanjem se toplina prenosi kroz tekućine i plinove. Ovdje su tekućine i plinovi akumulatori koji toplinu primaju s toplijih tvari i vlastitim gibanje/strujanjem prenose na druga mjesta, te ju predaju manje toplijoj tvari. Prijenos topline strujanjem nema većeg značenja u izazivanju požara,ali je vrlo važan pri gašenju.

Zračenjem se toplina najčešće prenosi. Tu nema izravnog dodira tvari različitih temperatura. Količina topline koja se predaje ovisi o temperaturi tijela, a manje o površini s koje se zračenje odvija, boji i obliku tijela.

2.1.4. Temeljna načela u gašenju i razdioba požara

Većinu požara se može ugasiti uklanjanjem jednog/više temeljnih uvjeta gorenja, odnosno hlađenje, odvajanjem, gušenjem i izravnim utjecajem na kemijski proces.

Pri hlađenju opožarene tvari protupožarnim sredstvom, spušta joj se temperatura na vrijednost nižu od plamišta, prestaje proces izgaranja i požar se gasi. Hlađenje:opožarenu se tvar dovodi u dodir sa sredstvom kojemu je temperatura znatno niža.

Odvajanje je uklanjanje gorive tvari iz opožarenog područja/prostora. To može biti prekid dovođenja goriva, ograđivanje opožarenog područja, odvoženje materijala, razrjeđivanje goriva tvari itd.

Gušenjem se sprječava pristup kisika gorivoj tvari. Opožarenu se tvar prekrije nekim inertnim plinom. Za gušenje je najpovoljniji materijal onaj koji gorivu tvar ujedno može i ohladiti (voda, pjena).

Antikatalitičkim djelovanjem usporava se odvajanje kemijskih proces. Ovo se djelovanje obavlja inhibicijom[4] i intoksikacijom[5].

2.2. SREDSTVA ZA OTKRIVANJE POŽARA

2.2.1. Javljači požara i plamena

A.) Ručni javljač požara služi za prijenos informacije o požaru. To je najčešće elektromehanički prekidač u crvenom kućištu od kovine sa staklenim/plastičnim poklopcem. Pri uočavanju požara, razbija se poklopac, okreće prekidač i na taj način se aktivira brodski uređaj za davanje zvučnog signala i/ili/ obavješćuje zapovjednički most o mjestu požara.

Na brodovima se postavljaju u hodnicima, upravljačkim i pomoćnim prostorima, skladištima, spremištima, pogonskim prostorima itd.

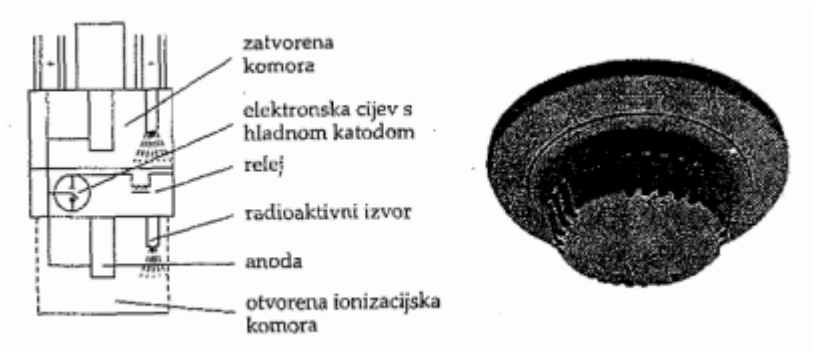
B.) Automatski javljač mjerenjem bilježi fizikalne promjene okoliša, pa izmjerene veličine pretvara i električnu pobudu kojom aktivira vatrodojavnu stanicu. Razvrstavaju se na toplinske i dimne.

Toplinski se javljači požara koriste za zaštitu prostora u kojima se očekuje brzo povišenje temperature.Termomaksimalni javljači kao parametar okoliša koriste/mjere temperaturu zraka. Požarnu uzbunu daju kad temperatura prijeđe zadanu vrijednost. Osjetilni je element najčešće bimetal. Termodiferencijalni javljači kao parametar okoliša koriste/mjere termalni gradijent. Rijetko se,ili uopće ne ugrađuju na brodove

[4] U opožareni se prostor ubacuje sredstvo koje se zbog utjecaja topline raspada na sastojke od kojih barem jedan sprječava kemijsku reakciju spajanja gorive tvari s kisikom-gornje

[5] U opožareni se prostor ubacuje sredstvo koje na sebe veže kisik i na taj način smanjuje njegovu količinu, te sprječava/usporava oksidaciju - gorenje

Dimne javljače se ugrađuje u prostore u kojim se u slučaju požara očekuje veće količine dima, ali ne u prostore u kojima se inače, tijekom iskorištavanja, pojavljuje dim. Proizvodi ih se kao ionizacijske i svjetlosne. Ionizacijski se javljač sastoji od otvorene i zatvorene komore. Korištenjem slabog izvor radioaktivnog zračenja, ionizira se zrak u obje komore, pa u njima ima slobodnih elektrona i pozitivnih iona. Dok je zrak u komorama čist, razlika između jakosti strujnih tijekova u komorama je neznatna.



Slika 2. Ionizacijski javljač [1]

Svjetlosni javljači otkrivaju prisutnost dima mjerenjem količine svjetla koja dopire do fotoelemenata. Pobudu za zvučni/svjetlosni uzbunjujući znak daju kad se koncentracija dima u prostoriji poveća (najčešće) za 3%.

2.2.2. Javljači plamena

Otkrivaju plamen mjerenjem dijela svjetlosnog spektra koji proizvodi samo plamen. Razvrstavaju se na infracrvene i ultraljubičaste.

Infracrveni javljači imaju sabirne leće, filter i namjenske fotoćelije. Sakupljanjem i filtriranjem zračenja, do fotoćelije dopiru samo zrake valnih duljina od 0,85 do 1,2μm. U ovom spektru zrači tijelo na temperaturi od 1700 do 2200°C.Javljač reagira na plamen do 15 cm visine, do 6m udaljenosti. Često se opremaju i sklopom

za kašnjenje. Na taj se način sprječava lažno uzbunjivanje (plamen s upaljača za cigarete i sl.)

Ultraljubičasti javljači otkrivaju požar na način što zračenju izlažu kruto tijelo, koje pod utjecajem zračenja valnog spektra postaje električno provodno. Ovi se javljači rijetko ugrađuju na brodove jer prašina i gust dim mogu spriječiti prijam zračenja u dostatnoj mjeri i tako odložiti pravovremenu dojavu o požaru.

2.2.3. Vatrodojava

A.) Vatrodojavna stanica je sklop koji pokazuje trenutačno stanje svih priključenih javljača. Postaju se obično postavlja na zapovjednički most, jer mora biti pod stalnim nadzorom. U slučaju dojave o požarnoj opasnosti, na postaji se uključuju zvučni i svjetlosni znak za požarnu opasnost. Preostaje dvije minute vremena za provjeravanje opravdanosti uzbunjivanja i isključivanje, odnosno dovođenje postaje u prvobitno stanje za spremnost. Nakon 2 minute postaja se uključuje na opći brodski sustav za opasnost, čiji se zvuk čuje na cijelom brodu i u njegovoj nutrini.

B.) Cijevni vatrodojavni sustav sastoji se od mreže cijevi. Mreža je razgranata po cijelom brodu. U cijevi se usisava zrak i dovodi do nadzorne stanice na zapovjedničkom mostu ili do brodske protupožarne postaje. Ako u usisnom zraku ima više od 6,656 dimnog onečišćenja, aktivira se dimni javljač. Napajanje mora imati pričuvni izvor i vlastiti nadzor za ispravnost. Protok zraka održavaju ventilatori, a nadzor protoka obavlja se vizualno.

2.3. SREDSTVA ZA GAŠENJE POŽARA

Parametri u ocjenjivanju vrijednosti su otrovnost, djelotvornost, štetnost, svestranost, prenosivost i opseg korištenja.

Poželjna je neotrovnost sredstava za gašenje požara, zbog zaštite osoba u prostorima u kojima se djeluje i sigurnosti vatrogasnih timova. Djelotvornošću se drži što manja količina sredstava količina sredstava za gašenje požara pojedine tvari u zadanim uvjetima. Pri gašenju požara valja voditi računa o što manjoj šteti koja se nanosi vatrogasnim postupcima. Štetna sredstva mogu prouzročiti više štete od samog požara. Svestrana sredstva mogu visokodjelotvorno gasiti različite vrste požara.

Glede čistoće u primjeni, sredstva za gašenje požara najčešće se razvrstavaju na temeljna (voda), namjenska (pjena,ugljični dioksid, prah, halogenizirani ugljikovodici) i dopunska (pijesak, pokrivači i drugo).

A.) Voda je najstarije, najpoznatije i najčešće protupožarno sredstvo (gašenje požara krutih stvari). Dostupna je, neotrovna i prenosiva u velikim količinama. Nastaje kao oksidacijski proizvod vodi. Sastoji se od dva atoma vodika i jednog kisika (H_2O). U naravi je poglavito u tekućem, odnosno u plinovitom agregatnom stanu. Najveću gustoću ima pri temperaturi 4°C. Kemijski čista voda je tekućina bez boje,mirisa i okusa.

Osim visokotermalnih požara, vodom se ne smiju gasiti ni požari u kojima gore tvari s kojima voda kemijski burno reagira. To su alkalne i zemnoalkalne kovine i njihove slitine.

Pri gašenju voda se može izbaciti kao puni mlaz, raspršeni mlaz ili vodena magla.

Punim mlazom se voda može izbaciti na veliku udaljenost, ali se od ukupne količine može iskoristiti tek oko 8 do 10%, jer se ostatak rasipa. Ipak se ovaj način preporuča u požarima krutih tvari i pri visokim temperaturama, kada je teško približiti se izvoru/središtu požara.

Raspršeni se mlaz ne može daleko dobaciti, li je puno viša iskoristivost vode (20 do 25%), pa se često koristi. Kapljice ne smiju biti manje od ϕ=0,3 mm, da mlaz može doprijeti dostatno daleko.

Vodenu maglu dobiva se pri korištenju visokog radnog tlaka (> 30 bara) i prskanjem kroz mlaznicu.

Za gašenje zapaljivih tekućina može se koristiti voda, ali valja paziti na moguće raznošenje goruće tekućine, mlazom na širi prostor. Budući je voda izvrstan provodnik električne energije, zabranjuje se gašenje požara u blizini elektroenergetskih izvora.

B.) Pjena se u prvom redu koristi za gašenje zapaljivih tekućina. Temeljno načelo: potpuno pokrivanje opožarene tvari (odvajanje gorive tvari od okolnog kisika).

Glede stupnja širenja, razlikuje se :

- teške pjene,
- srednjeteške pjene i
- lake pjene.

Glede načina proizvodnje, razlikuju se kemijske i zračne pjene.

Kemijska pjena nastaje djelovanjem kiselih soli na alkalne – karbonatna kiselina + ugljični dioksid. Ugljični dioksid ispunjava mjehuriće pjene i služi kao pogonski plin za izbacivanje pjene. Pjeni se dodaju još neka sredstva za poboljšanje PP svojstava.

Zračna je pjena mješavina vode,pjenila i zraka. Nastaje mehaničkim djelovanjem pjenila. Koristi se proteinska, fluoroproteinska, sintetička ili univerzalna pjenila. Pjena je neutralna i ne djeluje štetno. Još su poželjna svojstva : stabilnost, otvrđavanje, topivost, otpornost na visoke i niske temperature, sprječavanje raspadanja, slaba korozivnost, mala površinska napetost, visok stupanj ekspanzije, dug vijek trajanja, otpornost na vatru, brzo širenje po tvari koja se gasi itd.

C.) Prah za korištenje u PP zaštiti, mora zadovoljiti stanovite uvjete (odgovarajuća veličina čestica, što manja težina, neotrovnost,, otpornost na vodu,

zgrušnjavanje, tlak, vibracije, raspadanje na visokim temperaturama, što manja elektrovodljivost i abrazivnost.)

Najpogodnija veličina letica je 35 do 55 μm. Uobičajena gustoća je oko 2kg/dm^3. Danas se koriste tri temeljne vrste. Djeluju antikatalitički, gušenjem, rashlađivanje, i odvajanje.

Prah koji za osnovu ima natrij-hidrogenkarbonat gase se požari tekućina, plinova i požari blizu električne struje. Prah s osnovom kalij-hidrogenkarbonata koristi se za iste požare. Prah s osnovom diamonij-fosfat pogodan je za sve vrste požara, a prah za gašenje lakih kovina ima više osnova, odnosno sastoji se od više tvari.

D.) Ugljični dioksid je plin bez boje, okusa i mirisa i ne provodi električnu energiju. To je poseban kemijski sastojak. Raspada se tek pri temperaturi 2300°C. Od zraka je teži oko 1,5 puta. Koeficijent širenja pri prijelazu tekućina – led – 450.

Do količine 2,5% u atmosferi na čovjeka djeluje povoljno. Pri 5% jako ubrzava disanje i izaziva glavobolju. Pri 8 do 10% zaustavlja disanje – nesvjestica – smrt za nekoliko minuta. Nakon smrti srce još neko vrijeme radi, pa se prva pomoć pruža iznošenjem na svježi/čisti zrak.

Ugljični dioksid požar gasi ugušivanje,. Već pri 14% -tnoj koncentraciji CO_2, smanjuje koncentraciju kisika ispod razine do koje je gorenje moguće. U gašenju e koristi kao plin ili suhi led. Bolji je suhi led jer se dulje zadržava na površini.

E.) Halogenizirani ugljikovodici (halon) su ugljikovodični spojevi u kojima su jedan/više ugljikovih atoma zamijenjeni nekim halogenim počelom. Halioni se označavaju brojčano, pa prva znamenka govori koliko spoj ima atoma ugljika.

Halonima se požari gase antikatalitički. Raspadaju se zbog visoke temperature, nastaju slobodni radikali koji prekidaju proces gorenja. Raspadanjem halona oslobađa se otrovni plin fozgen, pa im se dodaju tvari koje smanjuju otrovnost. Skladište se kao plinovi pod viskom tlakom ili kao ukapljeni plinovi.

Kad u zatvorenom prostoru ima 30% halona 1211, udjel kisika smanjuje se na 14% i manje, pa ljudima prijeti opasnost od gušenja.

Ovo u osobito djelotvorna sredstva za gašenje požara i istovremenu zaštitu elektroničkih ugradnja, postrojenje, uređaja, laboratorija, strojarnica, brodova, vozila, knjižnica, muzeja,institucija i drugih osjetljivih (ne) pokretnih objekata.

KLASE POŽARA			SREDSTVA ZA GAŠENJE
A	**Požari čvrstih materija:** (drvo, tekstil, ugalj, biljne materije, plastika, slama, papir i sl.)		**Voda** - najbolje **Pena i prah** - uspešno **Ugljen-dioksid** - za manje površine
B	**Požari tečnih i lako topljivih materijala** (benzin, benzol, ulja, masti, lakovi, smola, alkohol i sl.)		**Prah** - najbolje **Pena** - za požare u posudama **Ugljen-dioksid** - u zatvorenom prostoru
C	**Požari zapaljivih gasova** (metan, butan, propan, vodonik, acetilen)		**Prah** - najbolje **Ugljen-dioksid** - za manje požare **Voda** - za hlađenje **Pena** - NE
D	**Požari lakih metala** (magnezijum, aluminijum, njihove legure, titan, elektron, osim natrijuma i kalijuma)		**Gasi samo specijalni prah**- strugotina suvog liva, kamena so i suvi pesak **Ugljen-dioksid, voda, pena** - NE
E	**Požari vrste A do D, u blizini električnih postrojenja odnosno njihovi požari:** kao kablovi, sklopke, motori, generatori, transformatori i sl.		**Požari u blizini električnih instalacija se najbolje gase prahom i ugljen-dioksidom.** **Voda i pena** - NE, OPASNO PO ŽIVOT

Slika 3. Vrste požara i sredstva za njihovo gašenje [1]

2.4. PROTUPOŽARNA ZAŠTITA BRODA

Načela protupožarne zaštite broda su :

- okomito i vodoravno odjeljivanje brodske nutrine toplinskim i strukturnim pregradama,
- odvajanje putničkih nastamba za posadu od drugih brodskih prostora,
- ograničenje korištenja zapaljivih materijala,
- pravovremeno otkrivanje požara u prostoru u kojemu je nastao,
- ograničavanje i gašenje požara u prostoru u kojemu je nastao,
- osiguranje mogućnosti pristupa/udaljavanja od mjesta nastanka požara,
- održavanje trajne spremnosti PP sredstava, te
- smanjivanje vjerojatnosti zapaljena zapaljivih para tereta.

Mogućnost zapaljenja zapaljivih para tereta smanjuje se sprječavanjem istjecanja zapaljivih tekućina, sprječavanjem nakupljanja zapaljivih para,

ograničenjem zapaljivosti, ograničenjem izvora paljenja, odvajanjem izvora paljenja od zapaljivih materijala i tekućinama, te obvezom održavanja atmosfereteretnih tankova izvan granica eksplozivnosti.

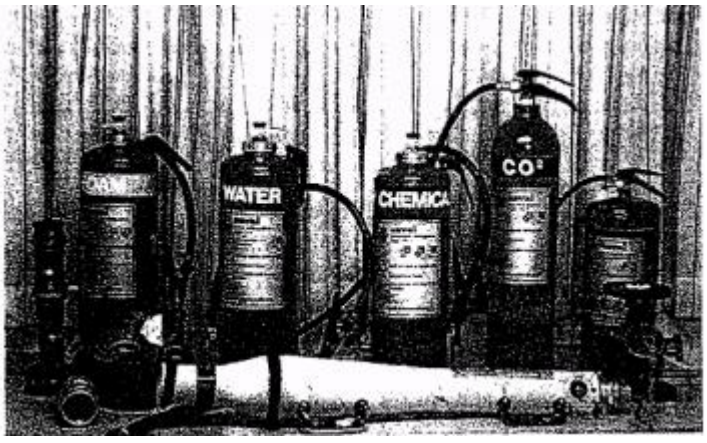
SOLAS konvencija, radi smanjenja mogućnosti razbuktavanja požara, određuje obvezu ograničenja dotoka zraka požarištu, ograničenje razlijevanja zapaljivih tekućina, te ograničenje korištenja zapaljivih materijala.

Temeljna sredstva za gašenje požara su ugrađeni PP sustavi i prijenosni uređaji. Glavni sustav je palubni sustav za gašenje vodom. Za PP zaštitu strojarnica ugrađuju se još neki od ovih : sustavi s plinom kao PP sredstvom, s pjenom visoke ekspanzije ili sustavi s vodom pod tlakom.

Svaki brod ima plan PP zaštite u kojemu u prikazi palubnih PP sustava, podaci o vatrodojavnim uređajima, sredstvima za gašenje požara, načinima gašenja, mjerama zaštite, rasporedima i dužnostima članova posade, načinima uzbunjivanja, postupcima itd.

2.4.1. Prijenosni PP uređaji (ekstinteri)

Sadrže sredstvo za gašenje požara (voda, pjena, prahugljični dioksid, haloni) pod visokim tlakom.

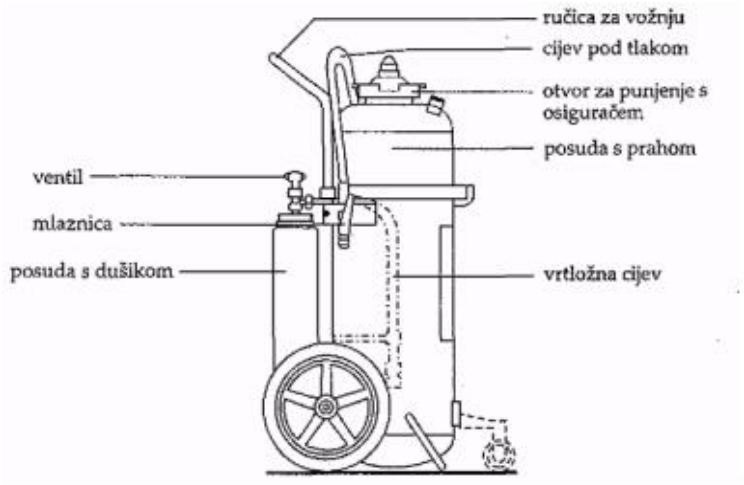


Slika 4. Prijenosni PP uređaji [1]

Prijenosni PP uređaji za gašenje vodom namjenjuju se gašenju požara drva, papira tkanine i sl. Voda se iz spremnika izbacuje tlakom ugljičnog dioksida ili nekog drugog inertnog plina. Ovi se uređaji ne smiju koristiti u blizini u blizini izvora električne struje, zbog elektroprovodljivodljivosti struje.

Uređaji za gašenje pjenom koriste se za gašenje drva, papira, tkanine, zapaljivih tekućina i sl. Puni ih se mješavinom vode i pjenila.

PP uređaji koji kao sredstvo za gašenje koriste prah, mogu koristit se za gašenje svih vrta požara. Prah se iz spremnika izbacuje tlakom internog plina. Gašenje se temelji na načelu antikatalitičkog djelovanja na kemijsku reakciju spajanja gorive tvari kisikom odnosno na načelu odvajanje gorive tvari i kisika. Djelotvornost je ovim aparatima manja na otvorenom prostoru, posebice za vjetrovita vremena.



Slika 5. Uređaj za gašenje požara prahom [1]

Neke vrste praha u dodiru s drugim tvarima djeluju ugušujuće. Ovi su uređaji pogodni za gašenje požara u prostorima s el. ugradbama i aparatima/uređajima, iako se pri tomu mogu oštetiti el. kontakti. Zbog povišenog tlaka u spremniku, uređaje ne valja smještati u prostorije moguće visokim temperaturama.

Prijenosni uređaji za gašenje požara ugljičnim dioksidom sadrže ukapljeni plin pod tlakom. Posude su opremljene sigurnosnim ventilima. Pogodan je za gašenje zapaljivih tekućina i plinova, te električna ugradnja. Gašenje se provodi stvaranjem inertne atmosfere iznad goruće stvari.

PP uređaji s halogeniziranim ugljikovodicima sadrže neki od halona pod tlakom dušika. Haloni 1212 i 2402 izbacuju se u tekućem, a halon 1301 u plinovitom stanju. Stoga mu je djelotvornost na otvorenom prostoru smanjena. Gašenje se temelji na antikatalitičkom učinku, pa se gorenje trenutačno prekida.Velike koncentracije mogu biti otrovne za ljude.

Masa prijenosnog PP uređaja ne mije prijeći 23kg. Označavanje svakog uređaja: proizvođač i godina proizvodnje, odobrenje za korištenje, vrsta požara. Količina sredstava za gađenje, upute za korištenje, termalno radno područje , ispitni tlak i upozorenja.

2.4.2. Palubni PP sustav

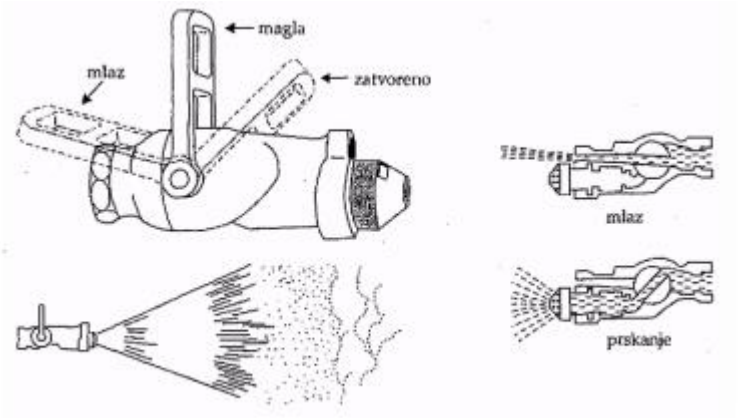
To je temeljni sustav za gašenje požara na brodovima. Mora biti stalno spreman za brzo uključivanje, samostalno e uključivati ili daljinski pokretati. Sastoji se od PP crpke, cjevovoda, hidranata, PP crijeva i mlaznica.

PP crpka je svaka brodska crpka, osim crpka za goriva i ulja. Svaki brod ima najmanje dvije, a putnički brodovi veći od 4000BT – tri ovakve crpke. Pogon: elektični/motorni. Na brodovima je još posebna crpka za nuždu.

PP cjevovod je na palubi. Promjer cijevi može izdržati tlak vode koji istovremeno proizvode najmanje dvije PP crpke.

Broj i položaj hidranata omogućuje da najmanje dva mlaza s različitih hidranata mogu doseći svaku točku na brodu. Udaljenost između dva najbliža hidranta na palubi mora biti manja od 40m. U zatvorenim prostorima i hodnicima 20m. Hidranti su crvene boje.

PP crijeva dugačka su do 15 u strojarnici i do 20m na palubi. Opremljena mlaznicama i smještena u ormariće u blizini hidranata.



Slika 6. Vatrogasna mlaznica [1]

Mlaznice s promjerom usnika 12, 16 i 19mm omogućuju puni mlaz, stvaranje zaštitne magle i zatvaranjem protoka vode .Domet mlaza je oko 12 m.

Napajanje brodskog palubnog PP sustava vodom s kopna ostvaruje se priključivanjem PP sustava na dovod vode kopna međunarodnom prirubnicom.

2.4.3. Ugrađeni PP sustavi

A.) Sustavi za gašenje vodom mogu djelovati raspršenom vodom ili samostalno.

Raspršena voda. Vodena magla u kapljice koje određenom brzinom izlaze iz mlaznice. Mogu biti grubo (1 do 5mm) i srednje (0,1 do 1,0 mm) raspršene, raspršene na sustav visokog raspršenja i vodena magla.

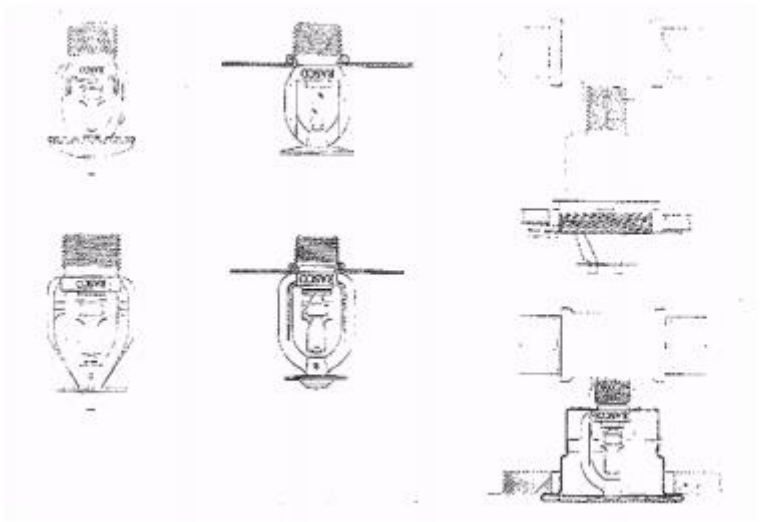
Gašenje požara temelji se na tomu da vodene kapljice udarom u zapaljivu tekućinu tvore mješavinu vode i tekućine.

Sustav se sastoji od crpke, tlačne posude, cjevovoda i mlaznica. Djelotvoran je u gašenju požara tekućina pod visokim tlakom. Ovo su najopasniji požari, a na brodovima utjecati mogu tekućine pod tlakovima i do 150 bara.

Tlak na mlaznicama je najmanje 12 bara. Veće kapljice bolje prodiru u masu zapaljene tekućine, a sitnije omogućuju bolje hlađenje.

Druga manjkavost je velika količina preostale vode nakon gašenja, koja u određenim uvjetima može destabilizirati neko plovilo. Povila ovakvim sustavima moraju raspolagati odvodnim crpkama C_{MIN}=125% ukupne količine vode, koju kupa mogu izbaciti sustav za gašenje vodenom maglom i palubni PP sustav.

Samostalni sustav[6]sastoji se od dobavne crpke, tlačne posude, cjevovoda i sprinkler – mlaznica. Kapacitet crpke i cjevovoda omogućuje pokrivanje najmanje 280 m^2 s količinom vode najmanje 5l/m^2/min.

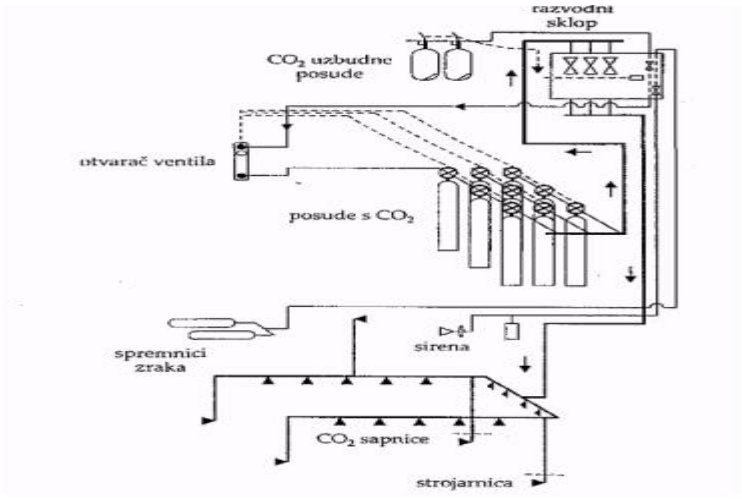


Slika 7. Razne vrste sprinkler-mlaznica [1]

Samostalno djelovanje sustava omogućuje se održavanjem stalnog tlaka slatke vode u cjevovodi. U glavi mlaznice je mehanički element koji u slučaju povišenja temperature omogućuje protok vodi.

B.) PP sustav za gašenje ugljičnim dioksidom. Sustavu pripadaju posude CO_2 pod tlakom plus sigurnosti ventil, spojne cijevi ventilima, manometri, upravljačka ploča u ormariću, uzbudna posuda s plinom, cjevovod i mlaznice. Sustavom se može gasiti požar u jednom/više prostora, a ako se gasi požar u prostorima u kojima borave ljudi, mora imati i uzbunjujući uređaj, koji prethodi uključivanju sustava najmanje 20 sec.

[6] Sprinkler

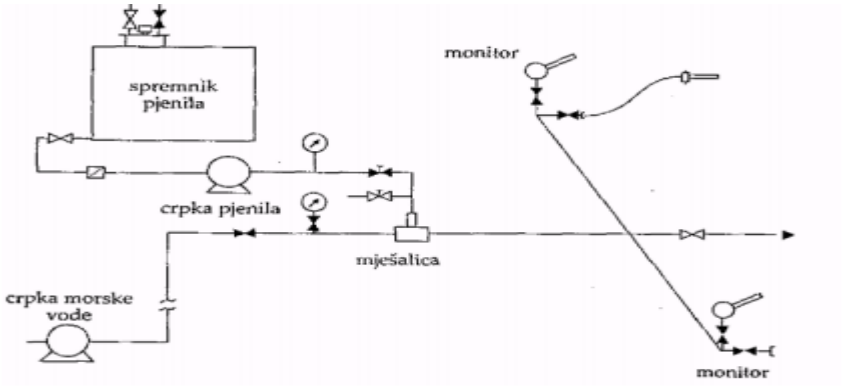


Slika 8. PP sustav s CO_2 [1]

C.) PP sustav za gašenje pjenom (tekućine u strojarnicama, prostori za crpke, tankovi i palube na tankerima, ponekad i teretni prostori za sipke terete.) Na otvorenim prostorima- teške pjene, a u zatvorenima – lake.

Sustavi koji koriste teške pjene sastoje se od crpke za morsku vodu, spremišta za pjenilo, mješalice, cjevovoda i monitora. Mješalica dotoku vode dodaje 3 do 6 % pjenila, a miješanje se odvija u cjevovodu do monitora.

Sustav pjenom može pokriti cijelu površinu u svim tankovima. Kapacitet monitora je najmanje 3l/min/m^2 opožarene površine. Domet monitora je najmanje za 1/3 veći od najdalje štićene točke. Obično su na brodskoj uzdužnici, na udaljenosti koja omogućuje pokrivanje dometa dva susjedna monitora. Sustav za gašenje teškom pjenom može proizvesti dostatno pjene, da u 5 min pokrije najveću opožarenu površinu slojem (pjenom) min= 150 mm debelim.



Slika 9. Palubni PP sustav za pjenu [1]

Sustavi s lakom pjenom sastoje se od crpke za morsku vodu, cjevovoda, spremnika za pjenilo i ugrađene naprave za ispuštanje pjene. Pjena se stvara na način da se u zračnu struju ubacuje mješavina vode i pjenila. Sustav može proizvesti najmanje 1m visine pjene za štićenu prostoriju s najvećom površinom, u minuti. Spremnik pjene ima dostatni kapacitet za proizvodnju najmanje pet puta više pjene od obujma najveće štićene prostorije.

D.) PP sustav za gašenje s prahom. Sustav se sastoji od spremnika za prah, spremnika pod tlakom za pogonski plin i sustava cijevi s mlaznicama ili topovima. Cjevovod je od krutih ili savitljivih cijevi. Prah počinje propuštati najkasnije 30 sec od otvaranja spremnika s pogonskim plinom.

Sustav može biti prijenosni ili ugrađen. Sadrži do 1000kg praha u više spremnika. Prvo se prazni jedan, zatim drugi itd. Mlaznice su ugrađene ili ručne. Domet 10 do 40 m. Manjkavost: puno prašine i smanjena vidljivost.

E.) PP sustav za gašenje halonom sastoji se od spremnika pod takom s ukapljenim plinom, cjevovoda i upravljačkog ormarića. Gašenjem se ispunjava cijeli prostor. Ispuštanje halona je ručno i traje manje od 20 sekunda. Prije toga valja isključiti prirodno/strojno prozračivanje. Tlak se u spremnicima za plin mora stalno nadzirati.

F.) Drugi PP sustavi se na brodovima rjeđe koriste zbog potpune nepouzdanosti. Kao sredstvo za gašenje koriste vodenu paru ili plinovi koji nastaju izgaranjem.

2.4.4. Sredstva za osobnu PP zaštitu su zaštitna odjeća, obuća, kaciga, električna svjetiljka, sjekira i uređaj za disanje.

Zaštitna je odjeća od vodootpornog materijala. Štiti tijelo od vreline i oparotina. Zaštitna je odjeća i obuća u prvom redu namijenjena omogućavanju kraćeg boravka i

rada u opožarenim prostorima. Ne smiju ometati slobodno gibanje i moraju odvoditi toplinu koju tijelo proizvodi.

Zaštitna obuća se izrađuje od gume ili drugog elektoroizolacijskog materijala, a zaštitna kaciga od čvrstih materijala.

Električna svjetiljka pri rukovanju ne smije iskriti i baterije joj moraju trajati najmanje tri sata.

Uređaj za disanje štiti od otrovnih plinova/para, vrućeg zraka ili vodene pare. Koristi se i u slučajevima kod manjka kisika. Uređaj ima spremnik za zrak pod tlakom. Mora omogućiti 30-minutni neprekidni rad. U sustavu su još glavni i redukcijski ventil, manometar, plućni automat i zvučni signal.

Neke izvedbe uređaja za disanje nemaju spremnik, već se zrak dobavlja cijevima, a tlači kompresorom ili iz prijenosnog tlačnog spremnika.

2.5. GAŠENJE POŽARA NA BRODU

Brojni mogući izvori požara na brodu razvrstavaju se na :

- otvoreni plamen (cigareta, žigica, plamen na kuhalu itd.),
- zagrijane površine aparata (ispušne cijevi, žarulje),
- iskre nastaju trenjem tvrdih materijala,
- električna iskra (prekidači, kratki spojevi) i
- samozapaljenja su rezultat kemijskih/bioloških proces ili porasta temperature itd.

2.5.1. Gašenje u nastambama

Gašenje se obavlja prijenosnim PP aparatima i sprinklerom. Nakon opažanja požara, valja uključiti ručni javljač požara i pristupiti gašenju požara ručnim PP aparatom. Na temperaturi od 68 do 79^0 C uključuje se sprinkler-sustav. Nakon što se požar ugasio, što prije valja isključiti sustav, radi sprječavanja nepotrebnog daljnjeg oštećenja inventara u opožarenom prostoru, morskom vodom.

Ako se požar nije ugasio sprinklerom, iz vatrodojavne se stanice daljinski zatvaraju vatrootporna vrata, isključuje sustave za prozračivanje i klimatizaciju, te pristupa gašenju palubnim sustavom.

Pri gašenju palubnim sustavom, valja što prije doprijeti do središta požar i sniziti temperaturu na vrijednost nižu od plamišta. Najbolje je kad se sva voda za gašenje pretvori u vodenu paru. Na taj način opožarenoj tvari/masi oduzima najviše topline.

Za djelotvornost je jako važno koliko će proteći vremena do početka gašenja, osobito na putničkim brodovima zbog drvenih i interijera od drugih lakozapaljivih materijala.

Pri ulasku u opožareni prostor, opasni su vreli zrak i zagrijana vodena para. Osobitu pozornost valja posvetiti termalnom stanju susjednih i prostora iznad opožarenog. Temperature požara u nadgrađu su od 500 do 700°C, zapaljivih tekućina oko 1200°C, a nekih opasnih tereta i preko 1500°C.

Ako se požar proširio na više susjednih prostorija, opožareni prostor valja opkoliti i gasiti sa svih strana. Jako je dobro,ako se može omogućiti izlaz u atmosferu dimu,, vodenoj pari i plinovima izgaranja. Na taj se način postiže bolja vidljivost i sigurniji rad, te manja opasnost od trovanja i opeklina.

2.5.2. Gašenje požara u teretnim prostorima i na palubi

U teretnim prostorima se intervenira ugrađenim PP sustavom i palubnim PP sustavom.

Na brodovima za prijevoz suhih tereta najčešće se koristi PP sustav na CO_2, osim ako brod prevozi kemikalije koje mogu reagirati s CO_2. U slučaju požara, valja odmah isključiti prozračivanje, zatvoriti sve otvore i pustiti CO_2. Učinci se vide za 5 do 15 minuta. Ovisno o vrsti tereta, gašenje može trajati i nekoliko dana.

Ako gašenje CO_2 sustavom nije bilo uspješno, aktivira se palubni PP sustav. Mlazom se pokušava doprijeti do središta požara. Ako ne ide onda naplaviti dio/cijelo skladište.

Osobito teško je gasiti kontejnerizirani plin. Zbog gotovo hermetičnog zatvaranja, kad se CO_2 uvede u spremište, teško dopire u nutrinu kontejnera.

Također se pristupa i gašenju vodom . Otvara se kontejner i dovodi mlaznice na crijevima palubnog sustava. Ako se kontejner ne može otvoriti, probija se oplata ili se požar u nutrini uopće ne gasi, već se kontejner hladi izvana, a PP mjere poduzima nakon uplovljenja u luku. Ako je pak kontejner lako dostupan ili je na palubi, može ga se potopiti u more ili jednostavno baciti.

LNG – prijevoz ukapljenog plina. Gašenje prahom obavlja se tek nakon zaustavljanja dotoka plina.

Ako se pri gašenju koristi puno vode, voditi računa o brodskoj stabilnosti. Nastoji se vodu ispustiti. Uploviti u najbližu luku, a u posebno teškim stanjima nasukati brod.

Ako je brod u plovidbi treba smanjiti brzinu i ploviti niz vjetar radi smanjenja zračne struje oko broda.

2.5.3. Gašenje u brodskoj strojarnici

Vjerojatnost izbijanja požara u strojarnici je znatno veća glede drugih dijelova i prostora na brodu, radi zapaljivih tekućina i brojnih uređaja u kojima razvijaju se visoke temperature. Većina tekućina, brodskih goriva i maziva, ima plamište niže od 280^0C, a tu vrijednost prelaze radne temperature brojnih uređaja i strojnih elemenata.

Manji požari gase se prijenosnim i prijevoznim PP aparatima. Ako je u blizini izvor električne energije gasi se prahom i ugljičnim dioksidom, a inače i pjenom. Ako se pak požar razbuktao, pa se ne može koristiti prijenosne i prijevozne aparate – gasiti sustavom za plin ili pjenu. Rjeđe se koristi palubni PP sustav za vodu, jer voda nanosi dodatnu štetu uređajima, strojevima i opremi.

a.) Prije početka gašenja plinom valja provjeriti jesu li sve osobe napustile strojarnicu, je li zatvoren dotok goriva i maziva i jesu li zatvoreni svi otvori. Nakon ovoga pušta se plin iz spremnika. Nakon gašenja provodi se prozračivanje, na način što se nekoliko puta mora promijeniti cjelokupni obujam zraka.

b.) Pri korištenju sustava za pjenu, što prije se mora ispuniti cijeli opožareni prostor pjenom. Problematično je pokrivanje baš svih površina i poluzatvorenih udubljenja, pa se mora biti spreman na dodatnu PP intervenciju.

c.) Ako je na brodu ugrađen PP sustav za gašenje strojarnice vodom i ako ga se koristi, valja voditi računa o korištenju minimalnih količina vode. Ovaj se način koristi samo ako su druga sredstva nedostupna ili pak ako se žurno djeluje, npr., zbog opasnih tereta u susjednom skladištu.

2.5.4. Opasnosti od trovanja i gušenja

Opasnosti prijete od otrova, štetnih plinova ili manjka kisika u nekim prostorima. Otrovi su sve krute, tekuće i plinovite tvari koje svojim kemijskim i

biokemijskim svojstvima utječu na zdravlje i dovode do privremenih/trajnih poremećaja životnih funkcija. Djeluju nakon udisanja, gutanja ili na dodir.

Glede učinaka, otrovi se razvrstavaju na one koji:

sprječavaju djelovanje fermenata u tijelu, oštećuju hemoglobin, krv, djeluju na krvne žile, oštećuju živčani sustav, jetru, bubrege, kosti,kožu, sluznice i dr.

U pomorskom prijevozu trovanja najčešće izazivaju skupine otrova : nadražnjivci, zagušljivci, opojni otrovi i krvni otrovi.

Nadražljivci podražavaju organe s kojima dolaze u dodir, najčešće dišne organe. Zagušljivci onemogućavaju dobavu kisika. Prepoznaju se po glavobolji, vrtoglavici, nesvjestici.Opojni otrovi u prvom redu utječu na živčani sustav. Prepoznaju se: vrtoglavica, glavobolja, poremećaji pri gibanju i sl.

Utjecaj pojedinih otrova na ljudski organizam ovisi o količini otrova, koncentraciji, trajanju izloženosti načinu djelovanja, otpornosti osobe itd.

2.5.5. Održavanje, pregledi i uvježbavanja

Plan za održavanje PP sustava sadrži upute i naputke o održavanju:

- palubnog PP sustava,
- ugrađenih vatrodojavnih sustava i PP sustava za uzbunjivanje,
- ugrađenih PP sustava,
- sustava prozračivanja,
- sustava za zatvaranje dobave goriva u slučaju nužde,
- vatrootpornih vrata i njihovog upravljačkog sustava,
- općeg sustava uzbune,
- uređaja za disanje u nuždi,
- prijenosnih i prijevoznih PP aparata i
- osobe vatrogasne opreme.

Na putničkim brodovima plan opisuje i način osvjetljavanja izlaza u sustav javnog izvješćivanja. Inače, plan se prilagođava pojedinim skupinama, vrstama i razredima brodova, njihovim općim značajkama i namjenama.

2.6. PP ZAŠTITA NA RAZLIČITIM VRSTAMA BRODOVA

2.6.1. PP zaštita na LNG brodovima

Prirodni plin je smjesa ugljikovodika čiji sastav ovisi o dubini nalazišta i zemljopisnom području, a poglavito se sastoji od metana i manjeg postotka drugih ugljikovodika: etana, propana, butana, pentana i heksana.

Goriva svojstava prirodnog plina bila su poznata na Dalekom Istoku još u starom vijeku, gdje se koristio na mjestima izviranja iz tla, dok se u Europi počeo koristit u 19.stoljeću. Iako je prirodni plin pratitelj nafte, sve do sredine 20.stoljeća koristio se samo u SAD-u, dok se u ostatku svijeta izbacivao u atmosferu ili spaljivao.

Prirodni plin vadi se iz zemljine kore na plinskim poljima, odakle se plinovodima u plinovitom stanju prevozi do rafinerija i postrojenja za ukapljivanje, koja su često i ukrcajni terminali. Prirodni plin je na sobnoj temperaturi lakši od zraka, koeficijenta relativne gustoće 0.55, zapaljiv je, a donja granica eksplozivnosti za čisti metan je 5,24%. Gornja granica na atmosferskom tlaku je 14,25. Raste s porastom tlaka.

Prirodni se plin, nakon dolaska s polja, čisti od štetnih primjesa kao što su CO_2 i teški ugljikovodici, otrovne i korozivne tvari, živa i druge krute čestice.

Zbog vrlo niske temperature, svi materijali koji dolaze u doticaj s LNG –om moraju biti posebne izvedbe, stoga što običan čelik u doticaju s tekućinom tako niske temperature gubi elastičnost i postaje krt, što dovodi do loma.

Nakon ukapljivanja LNG se cjevovodima prevozi do terminala gdje se krca na posebne brodove kojima se dovodi do iskrcajnog terminala. Nakon iskrcaja, u posebnim postrojenjima plin se isparava i takvom obliku razvodi do krajnjih potrošača.

Prijevoz ukapljenog plina

Brodovi za prijevoz LNG-a zbog posebne prirode svojeg tereta moraju biti posebne konstrukcije i na njima moraju biti provedene posebne mjere opreza, kako bi se plin prevozio bez opasnosti za ljudske živote. Glavna odlika LNG tankera je posebna konstrukcija spremnika za teret i izolacija kojom se smanjuje grijanje tereta, budući na brodu ne postoji sustav za hlađenje tereta ma tako nisku temperaturu. LNG tankeri se, glede konstrukcije spremnika, razvrstavaju na membranske i na brodove sa samonosivim spremnicima. (najviše se koristi Moss – Rosenbergova izvedba)



Slika 10. LNG tanker Moss – Rosenbergove izvedbe S.S. LNG Edo [1]

Protupožarni sustav

Protupožarni sustav na LNG tankerima je među najsloženijim od svih vrsta brodova. Njegova zadaća je sprječavanje širenja požara na brodu, te zaštita brodske konstrukcije u slučajevima izlijevanja LNG-a iz spremnika ili cjevovoda.

a.) CO_2 sustav

CO_2 se na brodovima koristi za gašenje zatvorenih prostorija. Prema svojem je sastavu inertni plin teži od zraka, pa se taloži na dnu prostorije, odvajajući požarište

od kisika, onemogućujući proces gorenja. Na LNG tankerima CO_2 služi još i za gašenje prostorije s kompresorima, i za gašenje prostorije generatora inertnog plina. Na brodovima se drži u bocama kapaciteta 67,5 l , mase 45 kg, u kojima je tlak 150 bara. Boce su smještene u posebnoj prozračenoj prostoriji zbog osjetljivosti na povišenu temperaturu. Prema Konvenciji za zaštitu ljudskih života na moru – SOLAS, količina CO_2 mora biti dostatna da popuni 40% bruto obujma najveće prostorije koju gasi,uključujući i njezino grotlište.

b.) Sustav za gašenje morskom vodom

Vrlo važnu ulogu u protupožarnoj zaštiti na LNG brodovima ima i sustav gašenja morskom vodom, jer osim gašenja i hlađenja služi za zaštitu brodske konstrukcije od dodira s LNG-om. LNG u dodiru sa toplim morem ispliva na površinu i isparava.

Protupožarni sustav s morskom vodom sastoji se od dvije glavne protupožarne crpke i jedne pomoćne za slučaj nužde, protupožarnog cjevovoda, protupožarnih topova i crijeva, sprinkler sustava, sustava vodene zavjese i sustava zaštite trupa.

Glavne protupožarne crpke su u strojarnici i svaka osigurava dobavu od oko 90 m^3/sat, pri tlaku od 8 do 10 bara. Protupožarna crpka za slučaj nužde je fizički odijeljena od glavnih crpka i najčešće je smještena u pramčanom dijelu broda ili u kobiličnom tunelu.

Protupožarne crpke napajaju protupožarni cjevovod, odakle se morska voda razvodi do ostatka sustava. Protupožarni topovi su na palubi, na obje strane broda i služe za hlađenje spremnika u slučaju požara.

Protupožarna crijeva duljine su 15 m. U protupožarnim su stanicama, smještenima svakih 30 m na način da se razvučenim crijevima može obuhvatiti cijeli brod. Namjena im je ista kao i topovima, samo što su crijeva pokretnija i omogućuju bolje/lakše rukovanje. Nadgrađe i spremnici obuhvaćeni su mrežom sprinkler sustava, čija je namjena gašenje požara u nastambama i hlađenje vanjske oplate spremnika u slučaju požara na odušnicima. Sprinkler sustav sastoji se od cjevovoda i raspršivača, koji raspršuju morsku vodu u obliku finih kapljica.

Brodska je oplata ispod svakog kolektora također zaštićena od propuštanja LNG-a izbušenom cijevi koja stvara vodenu zavjesu. Zaštita trupa mora se provjeriti/pokrenuti prilikom svakog ukrcaja ili iskrcaja tereta.

c.) Gašenje suhim prahom

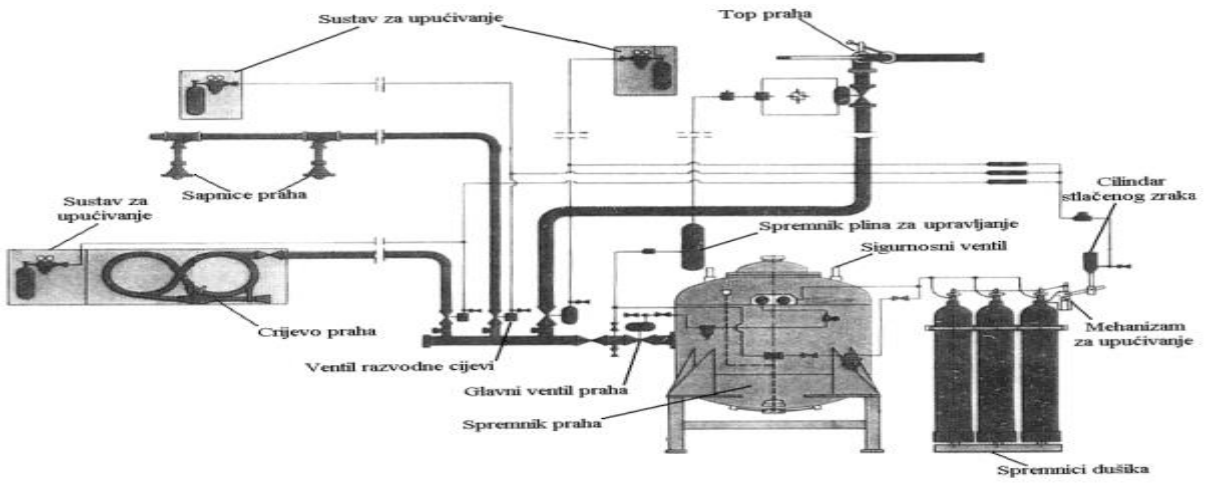
Zbog posebnosti tereta, na LNG brodovima ugrađuje se još i sustav za gašenje požara suhim kemijskim prahom. Sustav se sastoji od spremnika suhog praha koji su razmješteni po cijelom brodu, cjevovoda praha, crijeva i topova za izbacivanje praha.

Spremnici su cilindričnog oblika. Smješteni su na palubi zajedno s bocama dušika, koje služe za stvaranje radnog tlaka u spremniku u slučaju upućivanja sustava.

Crijeva namotana na bubnju razmještena su na način koji omogućuje pokrivenost cijelog broda. Pokraj svakog bubnja sa crijevom, prekidač je za upućivanje sustava. Pritiskanjem prekidača probija se mala bočica pod tlakom koja aktivira sustav za upućivanje. Sustav za upućivanje otvara ventile boca s dušikom i stavlja sustav pod tlak. Otvaranjem sapnice na crijevu omogućuje se izbacivanje praha po požarištu. Kapacitet crijeva mora biti najmanje 3,5kg praha u sekundi, a domet mlaza najmanje 8m.

Osim crijeva, za izbacivanje praha koriste se i posebni topovi, smješteni iznad kolektora i namijenjeni gašenju požara na kolektoru. Način upućivanja je isti kao i kod crijeva, samo što su domet i kapacitet nešto veći.

Prilikom održavanja sustava valja voditi računa o roku trajanja bočica za upućivanje, o tlaku i atestu boca s dušikom.



Slika 11. Jedinica sustava za gašenje požara suhim kemijskim prahom [1]

Primjer požara u odušnicima

Velika i česta opasnost je od požara u odušnicima, pa se ovomu posvećuje osobita pozornost. Na vrhu svakog spremnika za LNG[7], sigurnosni su ventili koji služe za ispuštanje viška LNG-a, ako tlak u spremniku prijeđe sigurnosnu razinu. Međutim, u slučaju otvaranja sigurnosnih ventila zapaljivi plin dolazi u atmosferu i stvara se potencijalno opasna smjesa plina i zraka. Iako na LNG tankeru nema električne struje na palubi, a sva rasvjeta je sigurnosne izvedbe, uvijek postoji mogućnost udara groma ili nekog drugog izvora plamena što može dovesti do plamena na odušniku spremnika. U tom slučaju mora odmah aktivirati jedan od spremnika protupožarnog sustava s prahom i otpočeti gašenje požara najbližim crijevom s prahom. Valja pokrenuti i sprinkler sustav na spremnicima, kako bi se spriječilo zagrijavanje i na taj način daljnje povišenje tlaka u spremniku. Nakon što je požar ugašen, višak LNG-a iz spremnika valja uputiti u strojarnicu ili na obalu, ako je brod na terminalu. Ako postoji opasnost od požara,nikako se ne smije ispuštati višak LNG-a kroz glavni odušnik.

[7] Prirodni plin

2.6.2. PP zaštita na brodovima za kružna putovanja

Brodovi za kružna putovanja pridržavaju se strogih propisa sadržanih u Međunarodnoj konvenciji o zaštiti ljudskih života na moru, kao propisa donesenih i razvijenih od strane Međunarodne pomorske organizacije. Ovi propisi su vezani za prevenciju od požara, zaštitu od požara i sustav gašenja te okuku posade prilikom hitnih intervencija.

Brodovi namijenjeni za krstarenja su konstruirani tako da omogućuje izolaciju od požara i dima. Kao i na svim brodovima koji su u skladu sa standardima u industriji krstarenja, opremljeni u različitim sustavima i mjerama pasivne obrane od vatre i dima. Brodovi sadrže sustave upravljanja dimom nizom zaklopki, protupožarnih vrata, ventilacijom i predsoblja koja zadržavaju dim i sprečavaju njegovo širenje. Brodovi za kružna putovanja koriste nekoliko različitih sustava za prevenciju požara. Glavni sustav za prevenciju je Consilium sustav koji se sastoji od različitih vrsta detektora smještenih u cijelom brodu i podijeljeni prema vrsti područja koja se prate.

Na brodovima za kružna putovanja koristi se nekoliko različitih sustava za kontrolu širenja vatre i dima, uključujući gašenje uz pomoć unutarnjih vrata i pregrada, protupožarnih zaklopki i ventilacijskih sustava. Glavni vatrogasni sustav je Hi-Fog, protupožarni sistem na bazi visokotlačne vodene maglice koji potiskuje i gasi požare ispuštajući finu vodenu maglicu pri velikoj brzini. Takva kombinacija vode i magle pod visokim tlakom prolazi kroz posebno dizajnirani sprinkler i prskajuće glave.

Članovi posade opsežno u obučeni kako bi reagirali učinkovito i prikladno u slučaju požara ili dima. U skladu sa Standardima za izobrazbu, certifikaciju i održavanje straže 1995, svi članovi moraju imati osnovni sigurnosni trening koji uključuje osnove gašenja požara. Protupožarna vježba se izvodi na brodovima svaki tjedan i to uvijek na različitim dijelovima broda. Za izvršenje plana za nadzor požara na brodovima za kružna putovanja zadužene u četiri vatrogasne patrole od kojih je jedna zadužena isključivo za požare u strojarnici, a dva tima za hlađenje. Sve timove trenira i koordinira brodski časnik za sigurnost.

2.6.3. PP zaštita na tankerima

Ugrađeni sustav za gašenje požara prahom koristi se na tankerima, tj. na brodovima za prijevoz tekućih opasnih tereta. Prah se nalazi u spremnicima a sistem se aktivira pomoću plina koji se nalazi u bocama pod tlakom. Sistem čine još sistem glavnog cjevovoda, fleksibilne cijevi i mlaznice koje se nalaze u ormarićima po palubi. Pogonski plin se nalazi u posebnim bocama pod visokim pritiskom. Rezervoari i boce nalaze se u posebno izoliranim prostorijama. Kao pogonski plin za izbacivanje praha koristi se CO2 ili dušik. Sustav inertnog plina (inert gas) ugrađuje se na tankere prvenstveno radi preventive od izbijanja požara ili eksplozije zapaljivih i eksplozivnih para u tankovima tereta. Inertnim plinom se smatra svaki plin koji ne podržava gorenje, to je svaki plin koji u sebi sadrži koncentraciju kisika manju od 5 %. Izvori inertnog plina na brodu mogu biti ispušni plinovi ili se ugrađuju generatori inertnog plina kojima se proizvodi inertni plin dušik. Na brodu postoji generator inertnog plina, cjevovod inertnog plina kojim se plin nakon što je pročišćen (od štetnih sastojaka) dovodi u tankove, te upravljački ventili. Sustav je opskrbljen alarmnim i mjernim uređajima.

3. PRAVILA ZA STATUTARNU CERTIFIKACIJU POMORSKIH BRODOVA, PROTUPOŽARNA ZAŠTITA

3.1. OPĆI ZAHTJEVI

Zahtjevi ovog dijela Pravila za statutarnu certifikaciju pomorskih brodova primjenjuju se na konstrukcijsku protupožarnu zaštitu, sustave za gašenje i sustave dojave požara, te protupožarnu opremu i alate na novim brodovima. Pored zahtjeva navedenih u ovom dijelu Pravila, a u svrhu definiranja osnovnih protupožarnih svojstava pojedinih materijala i proizvoda, te njihovog ispitivanja i odobrenja, gdje je to primjenljivo, primjenjuju se i zahtjevi Kodeksa za načine protupožarnog ispitivanja. Zahtjevi protupožarne zaštite za strojeve i njihove dijelove, električnu opremu, pumpe i cjevovode, tankove goriva i maziva, kotlove, rashladna postrojenja itd.

3.2. OPSEG NADZORA I TEHNIČKA DOKUMENTACIJA

Opći zahtjevi koji se odnose na nadzor nad gradnjom broda te opseg tehničke dokumentacije koju se mora dostaviti RO na uvid i odobrenje navedeni su u pravilima RO.

Za vrijeme gradnje broda RO podliježu: konstrukcijska protupožarna zaštita, materijali koji se upotrebljavaju za završno oblaganje u brodskim prostorijama u pogledu njihovih svojstava u vezi s opasnosti od požara, sustavi za gašenje požara, sustavi dojave požara i sustavi uzbunjivanja. Te protupožarna oprema, pričuvni dijelovi i alati, koju su propisani ovim dijelom Pravila.

Nadzoru RO tijekom proizvodnje podliježu:

- konstrukcije i proizvodi za konstrukcijsku protupožarnu zaštitu,
- materijali i proizvodi za površinsko oblaganje i uređenje brodskim prostorija,

- materijali za osnovne palubne obloge,
- uređaji i dijelovi sustava za gašenje požara: protupožarni ventili, protupožarne cijevi, spojnice,protupožarne mlaznice, rasprkivači, sapnice-raspršivači, zatim miješalice, generatori, topovi, mlaznice, te
- ostala protupožarna oprema i sredstva : naprave za gašenje požara, oprema za vatrogasce koncentrat za pjenu itd.

3.2.1 Nacrti protupožarne zaštite i upute za protupožarnu sigurnost

Na svakom brodu, u središnjoj protupožarnoj postaji i/ili u komilarnici i/ili na drugim vidljivim mjestima u hodnicima i predvorjima, mora biti trajno izložen Opći plan protupožarne zaštite, kao obavijest za brodske časnike, koji za svaku palubu jasno pokazuje:

- razmještaj upravljačkih postaja,
- 2.raspored vodootpornih konstrukcija,
- prostorije štićene sustavom otkrivanja i odjave požara,
- prostorije štićene ugrađenim sustavima za gašenje požara i mjesta gdje se nalaze sredstva za upravljanje tim sustavima,
- sredstva za pristup u razne odjeljke, na palube itd.,
- sustave ventilacije, uključivo sredstva upravljanja ventilatorima, s označenim položajima zaklopki i pripadnim brojevima ventilatora koji poslužuju pojedinu zonu, te
- razmještaj protupožarnih ventila, protupožarne opreme, pričuvnih dijelova i alata.

Nacrti i upute moraju biti na hrvatskom jeziku, a na brodovima koji obavljaju međunarodnu plovidbu i na engleskom jeziku.

3.2.2. Razdioba materijala prema gorivosti, zapaljivosti i širenju plamena

Brodograđevni konstrukcijski materijali moraju se ispitati na način kako je to opisano u FTP Kodeksu (kodeks za načine protupožarnog ispitivanja), i prema rezultatima ispitivanja razvrstavaju se na :

- negorive materijale – materijale koji, kad su zagrijani na otprilike 750^{o}C, ne gore niti ispuštaju zapaljive pare u dovoljnoj količini za samozapaljenje, i udovoljavaju ostalim kriterijima u procesu ispitivanja te
- negorive materijale – materijale razlučite od onih navedenih gore.

Materijale za završno oblaganje pregrada i paluba ispituju se na zapaljivosti, na način kako je to propisano u FTP Kodeksu, i prema rezultatima ispitivanja razvrstavaju se na:

- materijale sa svojstvom sporog širenja plamena – materijale koji se odgovarajuće dobro opiru širenju plamena po površini, te
- materijale sa svojstvom brzog širenja plamena – materijale različite od gore navedenih.

Osnovne palubne obloge ispituju se na zapaljivost, na način kako je to propisano u FTP Kodeksu, i prema rezultatima ispitivanja dijele se na:

- slabo zapaljive palubne obloge – materijale koji su slabo zapaljivi i koji ne ispuštaju gorive ili otrovne plinove u opasnim količinama kod povišenih temperatura i
- lako zapaljive palubne obloge – materijale različite od gore navedenih.

3.3.3. Ciljevi i funkcionalni zahtjevi protupožarne sigurnosti

Ciljevi protupožarne sigurnosti ovog dijela Pravila su:

- spriječiti nastanak požara i eksplozije,

- ograničiti opasnost po život nastalu požarom,
- 3.smanjiti rizik od štete nastale od požara, za brod, njegov teret i okoliš,
- zadržati, nadzirati i suzbiti požar i eksploziju u odjeljku u kojem je nastao i
- predvidjeti odgovarajuće i lako dostupne puteve bijega za putnike i posadu.

Funkcionalni zahtjevi

Da bi se ostvarili ciljevi protupožarne sigurnosti, sljedeći funkcionalni zahtjevi su uključeni u ovaj dio Pravila, što je primjenjivo:

- podjela broda u glavne vertikale i horizontalne zone pomoću toplinskih i strukturnih pregrađivanja,
- odvajanje prostorija nastambi od ostatka broda pomoću toplinskih i strukturnih pregrađivanja,
- ograničena upotreba gorivih materijala,
- otkrivanje bilo kojeg požara u području u kojem je nastao,
- zadržavanje i gašenje bilo kojeg požara u prostoriji u kojoj je nastao,
- zaštita puteva bijega i pristupa za gašenje požara, te
- svođenje na najmanju mjeru mogućnosti upaljenja zapaljivih para tereta.

3.3. KONTRUKCIJSKA CJELOVITOST I OGRANIČENJE ŠIRENJA POŽARA

3.3.1. Opći zahtjevi

Trup, nadgrađa, palubne kućice, pregrade i palube moraju biti od čelika ili nekog drugog jednakovrijednog materijala. Ako se koristi materijal jednakovrijedan čeliku, standardno ispitivanje vatrootpornosti mora biti u skladu sa zahtijevanom protupožarnom klasom, kako je navedeno u odnosnim tablicama za protupožarno pregrađivanje.

Ako se drugačije ne zahtjeva, u slučajevima kad je pojedini dio konstrukcije od legure aluminija primjenjuje se sljedeće:

- metalna osnova nosivih konstrukcija klase A ili B izrađena od legure aluminija mora se tako izolirati da za vrijeme standardnog ispitivanja vodootpornosti uzroka ovih konstrukcija temperatura osnove ne poraste za više od 200^0C u odnosu na temperaturu okoliša,
- upore, nosaći i drugi nosivi dijelovi konstrukcije koji služe kao oslonci za smještaj i spuštanje brodica i splavi za spašavanje, mjesta ukrcaja te konstrukcije klase A moraju udovoljavati zahtjevu za povišenje temperature metalne osnove, nakon jednog sata, a dijelovi koji služe kao oslonac konstrukcija klase B nakon 30 minuta standardnog ispitivanja vatrootpornosti te
- na teretnim brodovima bruto tonaže manje od 500, povišenje temperaturne metalne osnove, može primijeniti se nakon 30 minuta.

RO može dopustit korištenje kompozitnih materijala u primjeni za konstrukciju nadgrađa klase A ili B, strukturnih pregrada osim onih u dodiru s tekućinom, paluba i palubnih kućica na brodovima, kao jednakovrijedne čeliku.

Grotla, pokrovi i vidnici prostorija strojeva A kategorije moraju biti od čelika s odgovarajućom izolacijom, kako se zahtijeva u odnosnim tablicama za protupožarno pregrađivanje.

U prostorijama strojeva, središnjem mjestu upravljanja, tunelu vratila brodskog vijka i prostorijama u kojima se nalaze tankovi goriva, podovi, obloge pregrada, stropovi i sl. moraju biti od negorivog materijala koji ne upija ulje.

Podnice za normalnu komunikaciju u prostorijama strojeva A kategorije moraju biti od čelika.

Izolacija mora biti od negorivog materijala, osim u prostorijama za teret, poštanskim prostorijama, prostorijama za prtljagu i hlađenim brodskim spremištima.

Vatrootporne konstrukcije

Vatrootporne konstrukcije klase A su konstrukcije koje čine pregrade ili palube, koje moraju biti :

- od čelika ili nekog drugog jednakovrijednog materijala,
- dostantno čvrste,
- otporne na prolaz dima i plamena do kraja 60 minuta standardnog ispitivanja vatrootpornosti i
- izolirane odobrenim negorivim materijalima, tako da srednja temperatura na strani koja nije izložena djelovanju vatre ne poraste više od 140^{o}C u odnosu na početnu temperaturu. Pri tome se temperatura ne smije povećati za više od 180^{o}C u odnosu na početnu temperaturu.

ZAKLJUČAK

U ovom radu je obrađena tema *Načini i sredstva za zaštitu od požara – otkrivanje i gašenje*. U uvodnom dijelu govori se kako je neposredan povod prvom organiziranom rješavanju problema sigurnosti ljudi na moru bilo je potonuće broda *Titanic*, zbog toga je britanska vlada sazvala prvu Međunarodnu konvenciju i konferenciju o pitanjima sigurnosti ljudskih života na moru. Govori se kojim su međunarodnim konvencijama obuhvaćene temeljne sigurnosti plovidbe, te zaštita ljudskih života i okoliša, te koji nacionalni propisi postoje u Republici Hrvatskoj kojima se regulira sigurnost plovidbe.

U drugom dijelu opisuje se protupožarna zaštita na brodovima što je ujedno i najvažnija cjelina ovog rada. Polazi se od samog pojma gorenja, koje su zapaljive tvari, te temeljna načela u gašenju požara i razdioba požara. Detaljno su analizirana sredstva za otkrivanje požara odnosno koje su to vrste javljača požara i plamena, te sredstva za gašenje požara. Parametri u ocjenjivanju vrijednosti su otrovnost, djelotvornost, štetnost, svestranost, prenosivost i opseg korištenja. Analizirana je protupožarna zaštita broda, načela protupožarne zaštite. Sredstva za osobnu PP zaštitu u zaštitna odjeća, obuća, kaciga, električna svjetiljka, sjekira i uređaj za disanje. Na kraju cjeline se analizira gašenje požara na moru, odnosno u nastambama, teretnim prostorima, na palubi, brodskoj strojarnici itd, te PP zaštita na LNG brodovima.

Treći dio govori o pravilima za statutarnu certifikaciju pomorskih brodova, protupožarna zaštita. Polazi se od općih zahtjeva koji se primjenjuju na konstrukcijsku protupožarnu zaštitu, sustave za gašenje, sustave dojave požara, protupožarnu opremu i alate na novim brodovima. Analiziran je opseg nadzora i tehnička dokumentacija, navedeno je što podliježe nadzoru RO tijekom proizvodnje, nacrti protupožarne zaštite i upute za protupožarnu sigurnost, razdioba materijala prema gorivosti, zapaljivosti i širenju plamena te su nabrojeni ciljevi protupožarne sigurnosti. Za kraj je analizirana konstrukcijska cjelovitost i ograničenje širenja požara.

LITERATURA

1.http://www.pfst.unist.hr/uploads/SIGURNOST%20na%20moru%20-%20skripta%20Biani.PDF,

2.https://www.google.hr/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=2&ved=0ahUKEwjKu72PlpjUAhUDVhQKHR1WBpAQFggmMAE&url=http%3A%2F%2Fzoranpericsplit.weebly.com%2Fuploads%2F1%2F2%2F4%2F9%2F12491619%2F15.ugraeni_protupoarni_sustav.doc&usg=AFQjCNExEcpF7_ZkWnSszUHgiEiE9kDeEg&sig2=mwcXDKnEahbywcZ3kPcfhg&cad=rja

3.http://www.msckrstarenja.com/hr-hr/Manage-Your-Booking/General-Information/Safety-On-Board.aspx

4.http://www.mppi.hr/UserDocsImages/Pravila%20za%20statutarnu%20certifikaciju,%20Protupozarna%20zastita,%202014.pdf#page=1&zoom=auto,-272,849,

5. Zec, D.: *Sigurnost na moru*, Pomorski fakultet, Rijeka, 2001.

6. https://diversoimpex.hr/wp-content/uploads/2015/03/temeljna-sigurnost-na-brodu-skripta-preview.pdf

7. Zec, D.:*Rukovanje sredstvima za spašavanje*, Pomorski fakultet, Rijeka, 1995.

POPIS SLIKA

Slika 1. Uvjeti za odvijanje gorenja [1] ……...4

Slika 2. Ionizacijski javljač [1]……..9

Slika 3. Vrste požara i sredstava za njihovo gašenje [1] ……..…....14

Slika 4. Prijenosni PP uređaji [1] …….…....15

Slika 5. Uređaj za gašenje požara prahom [1].....…….....16

Slika 6. Vatrogasna mlaznica [1]…….18

Slika 7. Razne vrste sprinkler mlaznica [1]……..……..…...19

Slika 8. PP sustav s CO_2 [1] …… ……..……...20

Slika 9. Palubni PP sustav za pjenu [1] ……..20

Slika 10. LNG tanker Moss – Rosenbergove izvedbe S.S. LNG Edo [1] ..…..28

Slika 11. Jedinica sustava za gašenje požara suhim kemijskim prahom [1].31